



Pollutions d'un ERP et malaises du personnel : recherche des causes

Pollution of a public building and staff stress: search for the causes

Jean-Noël JAUBERT
Expert – Consultant
jnjaubert@gmail.com





Plan de l'exposé

- 1- Demande de l'expertise
- 2- Organisation de notre démarche
- 3- Identification du problème
- 4- Vue d'ensemble
 - 4-1 des locaux
 - 4-2 sur les matériaux et produits
- 5- Étude des risques
- 6- Quelques observations particulières
 - 6-1 effet de l'ensoleillement
 - 6-2 effet de l'entretien
 - 6-3 étanchéité des revêtements
 - 6-4 effet tampon des plaques de plâtre
 - 6-5 action du corps diffusif des pièges sur les mesures
- 7- Synthèse



1- Demande de l'expertise (1)



Les locaux étudiés composent un centre médico-social
Le bâtiment de 644 m² a été construit en 1970 et rénové aux deux tiers en 2010.
Les premiers troubles du personnel apparaissent alors :
mauvaises odeurs, céphalée, irritation de la cornée...

Jusqu'en septembre 2013 différentes études sont conduites sans une identification claire de la cause ni d'effet avec les solutions correctives mises en place. Pendant ce temps, les troubles du personnel vont croissant avec l'apparition de nausées, vertiges, larmoiement, difficultés respiratoires, toux, fatigue, démangeaison. Ce sont les "ODEURS" qui sont mises en cause et pour lesquelles les sujets développent une hypervigilance...

C'est à ce moment qu'est demandé notre expertise afin de rechercher clairement **toutes** les causes possibles du désordre et d'en apprécier les contributions au trouble puis de proposer les mesures correctives adéquates.

En cours d'expertise, quelques mois plus tard, après les observations du médecin du travail, le bâtiment sera évacué de tout son personnel.



1- Demande de l'expertise (2)

D'où peut provenir le mal-être ? Comment relier des résultats d'analyse aux malaises ?

Analyse sensorielle
& médico-sociale, et
physico-chimique

Action par un système sensoriel

L'étude contient nécessairement un volet d'analyse sensorielle directe ou indirecte (nerf olfactif ou trijumeau)

Inconfort

Troubles

Analyse
des risques

Action sur l'organisme

L'étude contient nécessairement un volet d'analyse physico-chimique et aéraulique

Toxicité



1- Demande de l'expertise (3)

Il nous est demandé d'envisager **toutes** les hypothèses de contamination pour éviter toute contestation par la suite

Les sources **extérieures** au local par pénétration de composés

- par la voie aérienne (ventilation (toit), aérateurs, portes et fenêtres)
- par la circulation de liquides (eau, égout)
- par migration au travers des solides (des (sous-)sols ou des murs extérieurs).

Les sources **intérieures** :

1. sources **pérennes** : par désorption de composés constitutifs ou contaminants des matériaux utilisés pour l'élaboration du local ; par désorption des mobiliers, équipements et autres objets installés dans les locaux
2. sources **renouvelées** : par diffusion de produits utilisés dans les locaux (entretien, traitement de l'ambiance, outils utilisés par le personnel)
3. sources **actives** : par production sur place suite à des réactions secondaires entre tous les éléments ci-dessus ou au fonctionnement d'équipements (appareils électriques ...) ou des contaminations (moisissures...)
4. sources **ponctuelles** : apportées par les occupants, intrusion fugace.....

2- Organisation de notre démarche

Conseil Départemental
Maitre d'ouvrage et de l'exploitation



Architecte : expertise du bâtiment, conformité des travaux, sols, réseaux



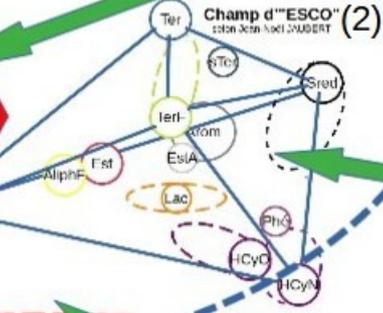
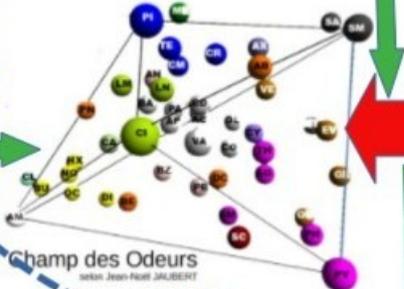
Personnel



Médecin du travail



Analyse olfactive
- Air intérieur
- Matériaux



Air ambiant (pièges)
Émission surfacique (FLEC)
Thermodésorption

ENTREPRISES et FOURNISSEURS



Travaux effectués
Composition et mode d'emploi des produits,
Échantillons référence



Vie des LOCAUX
MÉTÉO



Étude des Risques Chimiques



Étude Aéraulique

Atmos'Fair Paris 23 novembre 2021

(1) JN. JAUBERT, C. TAPIERO et JC DORE, « The field of odors :toward a universal language for odor relationship », *Perfumer & Flavorist*, vol. 20, mai-juin 1995, p. 1-16
(2) JN JAUBERT, « Analyse multidimensionnelle de 1400 molécules utilisées comme arômes alimentaires : Constitution d'une base de données informatique et traitement factoriel de quelques corrélations significatives », Thèse de Docteur-Ingénieur », *INP Toulouse*, 15 mars 1983



3- Identification du problème (1)

Partage des connaissances des acteurs

Historique du bâtiment (Conseil Départemental) :

- antériorité (sol)
- construction et séquences de travaux
- incidents
- voisinage

Entretien avec le **personnel**, local par local :

- ressenti général
- "description des odeurs"
- troubles perçus
- observations particulières : relation avec l'heure, le jour, l'activité, l'évolution depuis 2010
- leurs soupçons

Étude des compte-rendus du **médecin du travail**

Constats faits par

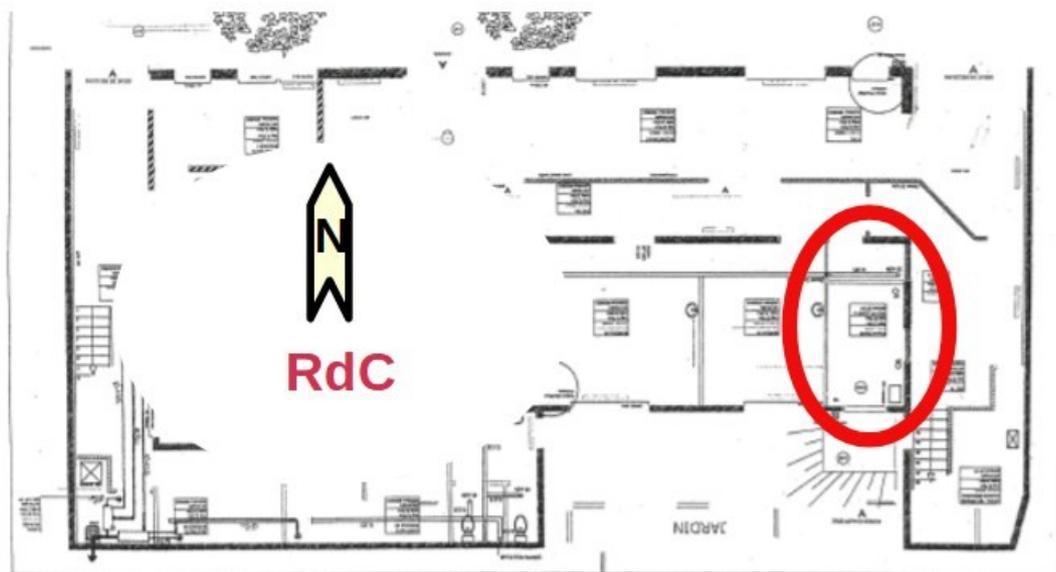
- le responsable des bâtiments
- les services d'entretien



3- Identification du problème (2)

Description des locaux

Note : Bien que la totalité du bâtiment ait été analysée, de la toiture au sous-sol (et sols), pour alléger la présentation de quelques heures, nous nous contenterons de ne donner des résultats que sur le local B8 au rez de chaussée (coté jardin, au Sud)



Local RdC B8 :

Le faux plafond est en dalles 60x60. Le revêtement du sol est constitué de rouleaux plastiques collés. Les parois (BA13) sont recouvertes de toile de verre peinte.

Le volume libre de la pièce est de : 38,88 m³. Elle a 2 portes **acoustiques**, 1 fenêtre et contient 2 bureaux et des placards de rangement.... avec date de mise en place

Chauffage (25°) par un radiateur eau, thermostat





4- Vue d'ensemble (1)

Préparation de la première investigation

Il est indispensable de **traduire en éléments tangibles** le contenu des plaintes : lire avec les acteurs, la même histoire avec les deux regards. Pour ce faire, nous avons :

- 1- Facilité les observations en augmentant les concentrations de polluants
- 2- Figé les situations en maîtrisant le plus de variables possibles
- 3- Isolé chaque local pour en identifier ses caractéristiques propres

Cette préparation est naturellement réalisée en absence du personnel du vendredi 17 h au mardi 18 h. Aucune ouverture de porte n'est autorisée pendant tout le conditionnement des locaux et jusqu'à ce que l'on procède aux analyses..

Chauffage poussé au maximum (28-30°C)

Stores fermés

Pose de pièges Radielo
au centre des pièces

Ventilation arrêtée, aérateurs fermés et
calfeutrés, portes et fenêtres calfeutrées



4.1- Vue d'ensemble : visite olfactive (2)

Premier temps : qualification de l'air ambiant (13 h 01) :

- perceptions olfactives⁽¹⁾ niveau 8 (échelle comportementale)
notes : note nonanal, légèrement terpeneol
- perceptions trigéminales : picotement des yeux assez rapide.

(1) JN JAUBERT, « An easy tool for olfactory education and training » (<https://steemit.com/science/@claudetap/an-easy-tool-forolfactory-education-and-training>), sur Steemit, 17 décembre 2017

Deuxième temps : relevage des pièges XH249 (COV) et 238AJ (aldéhydes) respectivement à 13 h 06 et 13 h 08.



Troisième temps : avis du personnel (13 h 11)

Le personnel reconnaît parfaitement les "odeurs" qu'il perçoit, notamment le lundi matin en arrivant. C'est bien l'odeur désagréable qu'il a vu croître depuis la fin des travaux. Les occupants précisent qu'après une demi-heure, ils ont des picotements des yeux.



Quatrième temps : après les visites, prélèvements d'échantillons de matériaux (neufs et in situ) et des produits utilisés dans ce local.



4.1- Vue d'ensemble: analyse pièges (3)

Piège XH249 exposé 5.473 mn COV totaux : 529 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Support désorption thermique sur CPG/SM (norme ISO 16017)

Piège 238AJ exposé 5.479 mn (2,4-dinitrophénylhydrazine) : Extrait par 8 ml d'acétonitrile - chromatographie haute performance équipée de détecteur à barrette de diodes

1-nonanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 124,6	Ethanol, 2-butoxy-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 8,1	Hexanal, 2-ethyl-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1,6
1-Hexanol, 2-ethyl	59,4	2-Propanol, 1-butoxy	6,3	Heptanal	1,6
(S)-(+)-6-Methyl-1-octanol	48,8	Propionaldéhyde	6	2-Propanol, 1-(2-methoxyprop	1,5
Formaldéhyde	46	Limonene	5,4	Benzene,trimethyl	1,3
Hexanal	41	Acetic acid	4,8	Cyclohexane,methyl	1,2
1-Butanol	32,9	Toluene	4,8	Pentane	1
Acétaldéhyde	24	1-Heptene, 5-methylalc	4,3	2-Hexanone	0,9
1-octene, 6-methyl	19,9	Benzaldéhyde	4	Benzene	0,9
Butyraldéhyde	18	Octane, 3,5-dimethyl	3,7	Ethylbenzene	0,8
Cyclotrisiloxane,hexameth	13,3	Cyclotetrasiloxane,octame	3,4	1-Decanol	0,001
Benzyl Alcohol	12	p-Xylene	3,4	Nonanal	0,001
Propylene Glycol	10,3	Phenol	2,4	Dodecane	0,001
Valéraldéhyde	9	Acroléine	2	Undecane	0,001

En rouge les molécules réglementées

La domination des alcools et aldéhydes gras explique bien la prédominance de la note odorante globale nonanal, trouvée dans l'ambiance.



4.2- Vue d'ensemble : les prélèvements (4)

Les sols

Couches sur la dalle
Ragréage, accrocheur, colle



Produits préparation



revêtement



Les cloisons et le
plafond



Les carottes de matériaux fixés sur un support sont partagées en trois tranches selon l'épaisseur pour suivre l'effet des interfaces.

Des échantillons des matériaux conservés mais non utilisés, remis par les fournisseurs, sont intégrés aux programme d'analyse.

Les produits d'entretien



Dans un premier temps, le mobilier et autres objets n'ont pas été pris en compte. Seul un **flairage** systématique des surfaces a été effectué.



4.2- Vue d'ensemble : les prélèvements (5)

Analyses olfactives



250 ml

A considérer :

- masses
- surfaces
- interactions (lavage)



45°C, 70 h

Méthode d'analyse :
D. I. C. T.



Concentration

	anisaldéhyde	cyclopentanone	non anal	terpineol	linalol	Alcool phényl éthylique	méthycyclopenténolone	acide octénoïque	acrylate	Butyrate d'éthyle	alcool isopropylique	isobutylamine	amoniac	géosmine	iso butyl quinoléine	pyrazine	acide butyrique	G undecalactone	phénol	styrène	acetate benzyle	irritant
1			4									2			3	2	3,5					1
2			3,5									3			3	4	4,5					
3			6					3	3													
4		2	5						2			3						5				2
5		2	2	2,5						4	2							5,5				3
6		(6)	(2)			(3)					(6)	(3)										(6,5)
7		3	4	2,5			3,5				3							3				3,5
8		1	3	3								1						3				
9			1,5	5,5	4,5													4			3,5	
10	2	3,5	3								3,5							3				4,5
11		4,5	4,5								2	2									3	6
12												7	8	4,5	3,5							7
13		4	3									3									6	2
14		5,5																	6	6		5,5

La note nonanal l'emporte sur beaucoup de matériaux et produits d'entretien : les sources peuvent être multiples ; la note terpinéol se rapporte plus aux produits d'entretien



4.2- Vue d'ensemble : les prélèvements (6)

Analyse par thermodésorption :

La méthode de thermodésorption par la μ chambre utilisée lors de cette mission est basée sur la norme ISO 12219-3. En ce qui concerne les COV, la procédure mise en place est élaborée selon la norme ISO 16017-1 tant pour l'échantillonnage que pour l'analyse. Pour le prélèvement et l'analyse des aldéhydes, la norme NF ISO 16000-3 est suivie.



Pour la désorption de ces échantillons, la μ -chambre est programmée comme suit :

Température : 65° - Débit Hélium : 100 ml/mn pour les COV et 250 ml/mn pour les aldéhydes

Les temps de désorption dans la μ chambre ont été adaptés aux échantillons afin de ne saturer ni le prélèvement ni l'analyse.

COV : Les supports utilisés comprennent 3 adsorbants différents : Carboxen 1003, Carbopack Y, Carbopack B et Carboxen 1003.

Aldéhydes : recueillis sur une cartouche contenant du 2,4-DNPH.



Passer automatique Thermodésorbteur Spectromètre de Masse Chromatographe Gazeux

Les **aldéhydes** sont extraits par 2 mL d'acétonitrile et collectés dans des vials afin d'être injecté sur une HPLC équipée d'un détecteur à barrette de diodes.

Il manque dans les échantillons des prélèvements sur le mobilier qui l'auraient endommagé.

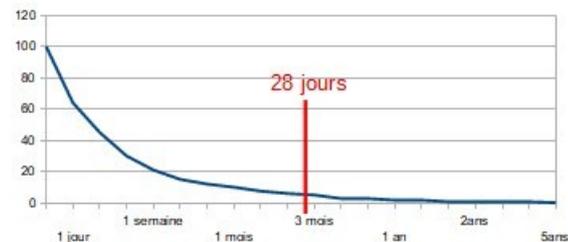
4.2- Vue d'ensemble : les prélèvements (7)



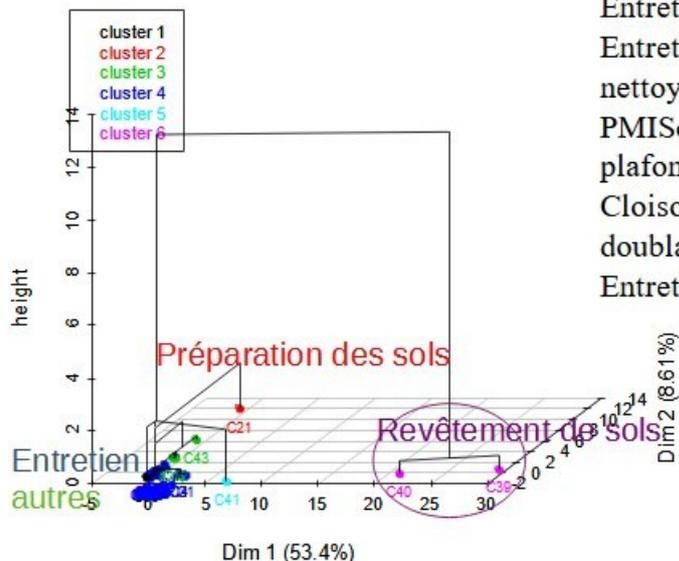
Analyse olfactive

Dans l'absolu, les produits les plus émetteurs sont naturellement les produits d'entretien (parfumés) mais ils sont en quantité modeste. La pondération par la masse totale présente dans la pièce indique que les revêtements des sols, **contribuent beaucoup aux COV** malgré leur âge.

émission de COV à partir d'un support
(par rapport à une valeur initiale de 100)



Hierarchical clustering on the factor map



Echantillon	COV mg
Entretien 1	340
Entretien 2	510
nettoyant	11
PMISolc1	16300
plafond	680
Cloison int	5900
doublage mur	220
Entretien 3	0,03
Total	24000

Observations :

- les résultats analytiques sont conformes aux observations olfactives (à une note près)
- nous pourrions soupçonner que **les cloisons servent de relais** à certains composés (sol, mobilier) ;
- les différentes couches des revêtements montrent la **migration modeste** des composés des supports. -
- Nous avons relevé des différences d'émission **selon des lots de production** de matériaux.
- Nous avons aussi observé que souvent les surfaces **entretenu** **émettaient plus** que les autres sans que l'on puisse attribuer les COV aux produits d'entretien.

Les échantillons selon leur COV



5- Étude des risques (1)

Les plaintes et angoisses du personnel, le souci du président du Conseil Départemental et la présence des substances indiquées diapo 10 justifiaient la réalisation d'une étude des risques. Dans toutes les démarches on se tourne également vers toutes les informations concernant la composition des matériaux et des produits.

1- Le risque de "mal être" : Sick Building Syndrome *

- phénomènes psycho-sociaux
- phénomènes physiques secondaires (pouvant aller jusqu'à des allergies)

	irritant		odorité	
	niveau	délai	niveau	notes
air ambiant	6	5 mn	8	nonanal, terpinéol
produit entretien (sans rinçage)	6		8	cyclopentanone, nonanal, alcool isopropylique, isobutylamine, acetate de benzyle

Atmos'Fair Paris 23 novembre 2021

* Wittczak T, Walusiak J, Pałczyński C. « "Sick building syndrome"--a new problem of occupational medicine » Med Pr. 2001; 52(5):369-73.



5- Étude des risques (2)

2- les risques sanitaires :

2-1- étude aéraulique : elle est réalisée par l'APAVE

2-2 étude des risques chimiques : elle est réalisée par BERTIN Technologie

(Nota : la limite de résolution des outils d'analyse est suffisante pour cette approche mais très souvent insuffisante pour les considérations sensorielles)

Etape 1 En 1^{re} approche, en l'absence de circulation d'air :

Points de mesure	VLEP		Valeurs de Gestion		VTR		
	aiguë	court terme ou intermédiaire	long terme	aiguë	subchronique	chronique	
Exposition	-	-	-	-	-	-	-
Effets	-	-	-	-	-	-	-
RdC B8 30°C			Risque sanitaire potentiel « provisoirement tolérable » lié au formaldéhyde Impossible en l'état actuel des connaissances de conclure pour l'acroléine	Effet toxique potentiel par effet cumulé pour le système respiratoire ² sérieux mais non préoccupant		Effet toxique potentiel pour le formaldéhyde et l'acroléine ainsi que par effet cumulé pour le système respiratoire ² sérieux mais non préoccupant	Excès de risque individuel potentiellement non acceptable
RdC B5 20°C	Effet sanitaire peu probable (individuellement ou par effet cumulé)	Effet sanitaire peu probable	Impossible en l'état actuel des connaissances de conclure pour l'acroléine	Effet toxique peu	Effet toxique peu probable (individuellement ou par effet cumulé)	Effet toxique peu probable (individuellement)	Excès de risque individuel potentiellement non acceptable (individuellement ou par effet cumulé ²)

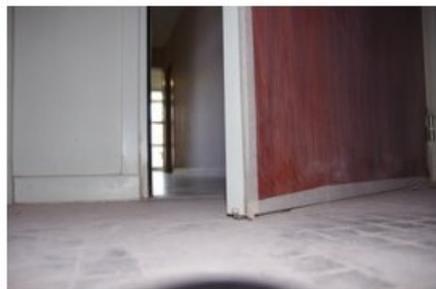
VLEP : valeur limite d'exposition professionnelle VTR : valeur toxicologique de référence



5- Étude des risques (3)

Nous notons l'impact de la ventilation et de la température du local

- ce local recevant des nourrissons est légèrement surchauffé (24-25°)
- **les portes acoustiques entraînent une étanchéité inadaptée à la ventilation du local**



Porte sans détalonnage et avec joints

Dans le cadre de cet exposé, nous ne développerons pas plus cet aspect de l'étude assez habituelle pour notre auditoire, sachant que le traitement de la partie odorité suit, de fait, les mêmes impératifs. C'est un indicateur qui reste utile.

L'identification des sources et leurs contributions reste à faire : nous nous tournerons alors vers **l'analyse instrumentale** associée à **l'analyse olfactive**.



Impact de facteurs externes aux sources (1)

Intervention de l'entretien, l'aération, la température et la météo

Le local n'est plus en service, sa température est maintenue entre **24 et 25°** :

- pièges 1 : un mois mais **sans entretien avec aération** puis cinq jours de pièges COV et ald

- pièges 2 : 20 jours **avec entretien avec aération** puis cinq jours de pièges COV et ald

- pièges 3 : 8 jours **avec entretien sans aération** puis cinq jours de pièges COV et ald

Les résultats seront comparés avec ceux réalisés antérieurement avec la pièce à **29-30°**.

piège	nature	dates	aération	store	entretien	temp.
691 IZ	COV	27-30/10	oui	ouvert	non	24-25
868 CX	Ald	27-30/10	oui	ouvert	non	24-25
334 BN	COV	20-24/11	oui	ouvert	oui	24-25
869 CW	Ald	20-24/11	oui	ouvert	oui	24-25
691 IZ	COV	2-5/12	non	fermé	oui +	24-25
871 CW	Ald	2-5/12	non	fermé	oui +	24-25
XH 249	COV	8-12/11/13	non	fermé	oui/non	28-30
238 AJ	Ald	8-12/11/13	non	fermé	oui/non	28-30



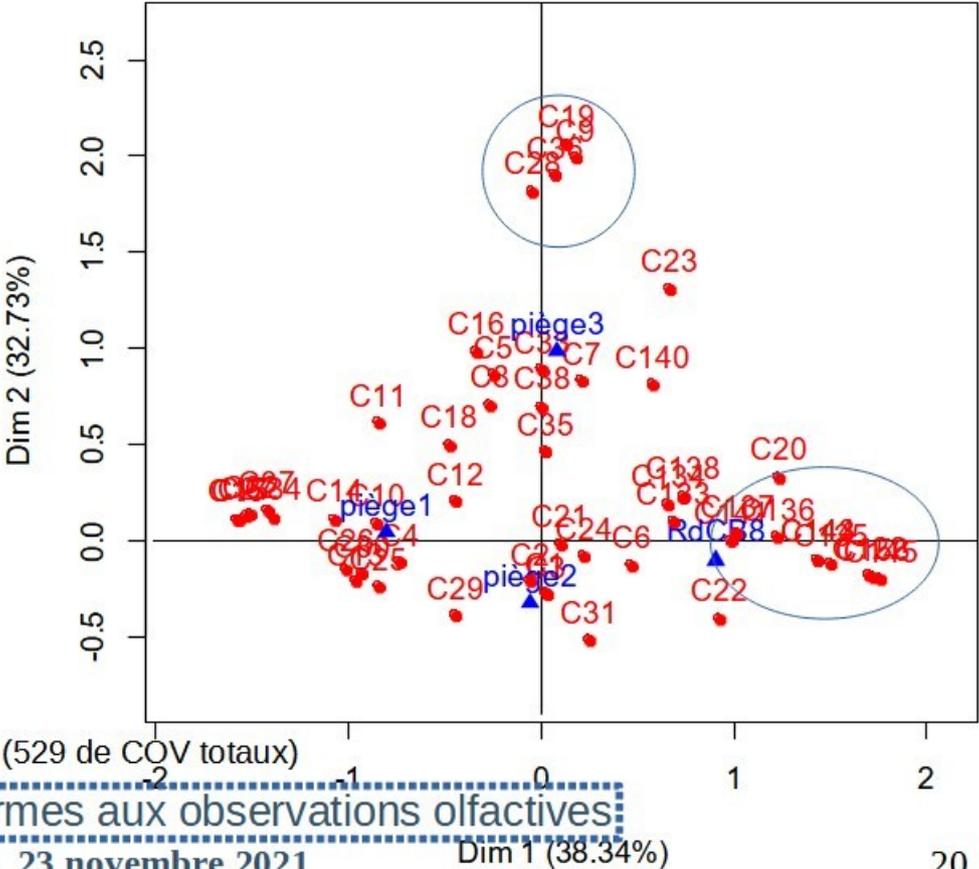
Impact de facteurs externes aux sources (2)

pieges PMI

		Pièges 1	Pièges 2	Pièges 3
1-nonanal	C1	94,68	623,5	93,9
alcanes/alcènes >C10	C4	68,9	72,5	12,4
alccols C8-C9	C2	57,82	356,4	65,2
methyl benzene + isom	C15	25,6	0,2	0,2
styrène	C5	25,1	42,9	67,8
alcanes/alcènes C5-C10	C3	24,2	116,7	15,2
triméthyl benzène isom	C11	22,4	3,4	11,2
ethylméthyl benzène isom	C10	20,3	12,9	4,9
alpha pinène	C17	19,5	0,2	0,2
3 carène	C14	17,2	6,1	2,5
2-ethyl 1-héxanol	C6	16,3	68,9	17,9
ethyl diméthyl benzène	C13	15,9	11,2	0,2
xylène	C12	12,8	9,9	6,1
Formaldéhyde	C133	12,8	18,2	14,4
ethylbenzène	C8	10,9	18,2	23,2
.....
	Total	537	1472	519

Piège 2 plus chargé mais sans spécificité
 Piège 3 charge plus spécifique (porte fermée)
 Confirme l'inefficacité de l'aération (APAVE)(P3)
 Piège RdCB8 (2013) à une température plus élevée (529 de COV totaux)

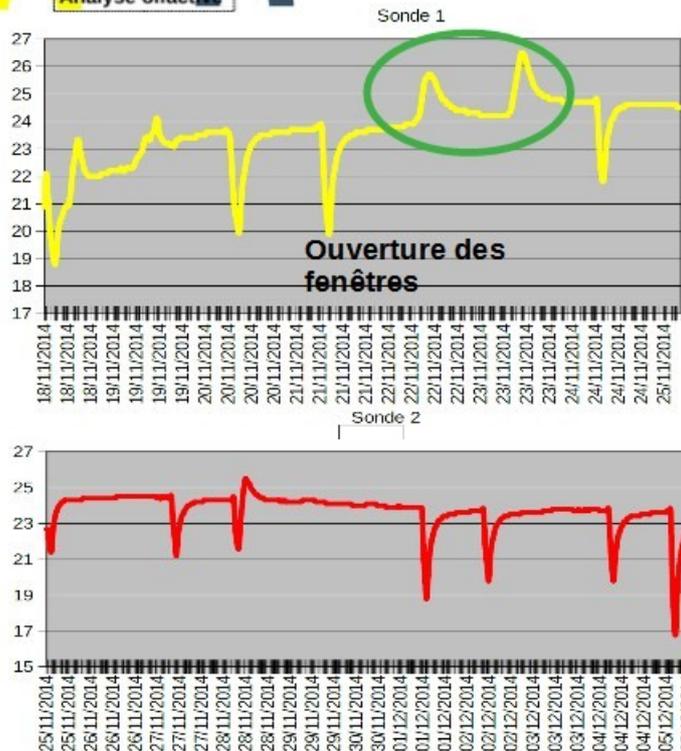
On s'assure que les résultats analytiques sont conformes aux observations olfactives





Impact de facteurs externes aux sources (3)

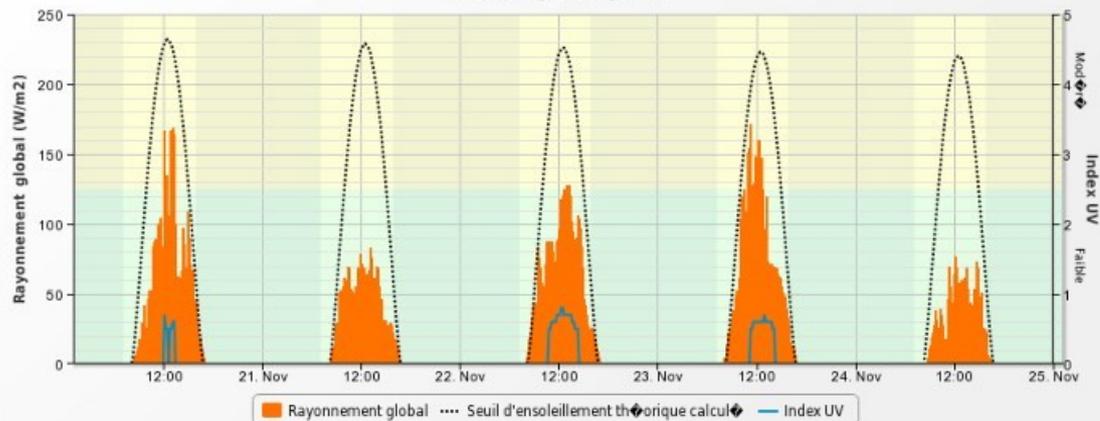
1- Effet de l'ensoleillement



Enregistrement de la température du local au cours des mesures

Ensoleillement (station météo Metz-Nancy)			
	Durée	store	piège
Samedi 22-11-14	4h30	ouvert	2
Dimanche 23-11-14	7h30	ouvert	2
Semaine 8 au 12-11-13	2h30	fermé	RdCB8

Radiations solaires et index UV
A Serémange-Erzange (57)



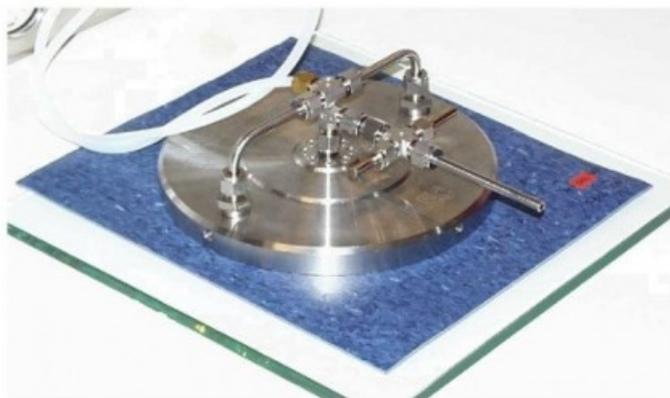
L'augmentation des COV ne s'explique pas par les 2° de plus
Phénomène cité par le personnel pour certains jours.
On peut soupçonner les IR ou les UV ou les deux



Étude des émissions surfaciques (1)

2- Effets du lavage des sols

Les mesures sont effectuées par cellule FLEC (Field and Laboratory Emission Cell).(ISO 16000-10), avec cartouches adsorbantes - Lp DNPH S10L pour les aldéhydes - Carbotrap 349 pour les COV



Surfaces étudiées :

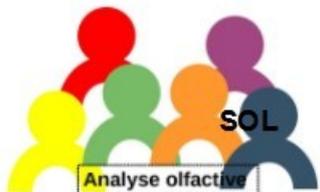
- sol sans entretien
- sol avec entretien
- bureau dessus
- bureau dessous
- porte
- cloison
- plafond (non réalisable)

Débit émission surfacique

$\mu\text{g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$

	COV	formaldéhyde	benzaldéhyde
Sol	122		3,6
Sol + entretien	241		3,5
Porte	3,3	0,6	3,3
Bureau dessus	2,2	2,7	2,7
Bureau dessous	14,8	<LD	3,1
Cloison	15,8	<LD	3,5

Nous avons noté des matériaux plus émissifs lorsqu'ils avaient été lavés.



Étude des émissions surfaciques (2)

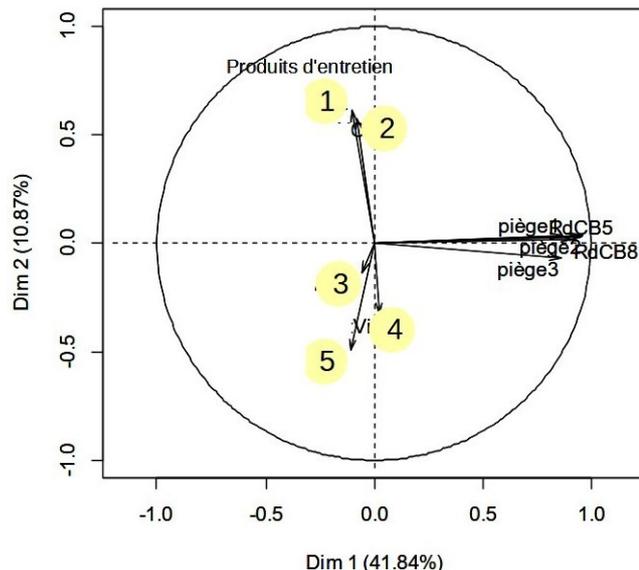
Débit émission surfacique

	µg.m ⁻² .h ⁻¹	
	Sans	Avec
Alcool C8-C9	62.9	42.5
Alkylbenzoates		98.3
Alkylbenzenes	21.9	84.7
Alcool C10-C11	13.3	4.5
Trimethyl-Benzene, isomère	5.3	5.6
Ethyl-dimethyl-Benzene, isom	5.2	1.4
alcanes/alcènes >10	3.7	
Ethy-methyl-Benzene,	1.8	1.2
1R-alpha-pinene	1.8	
2-ethyl-1-Hexanol,	1.4	1.1
Xylenes	1.2	
Tetramethyl-Benzene,	1.1	
alcanes/alcènes C5 à C11	0.9	1.6
Methyl-propyl-Benzene,	0.8	
Propyl-Benzene,	0.6	
Limonene	0.5	
Somme COV	122.4	240.9
Formaldéhyde	<LD	<LD
Acétaldéhyde	<LD	<LD
Acroléine	<LD	<LD
Propionaldéhyde	<LD	<LD
Butyraldéhyde	1.3	<LD
Benzaldéhyde	3.6	3,5
Isovaléraldéhyde	<LD	<LD
Valéraldéhyde	<LD	<LD
Hexaldéhyde	<LD	<LD

Entretien

2- Effets du lavage des sols (suite)

P entretien pièges

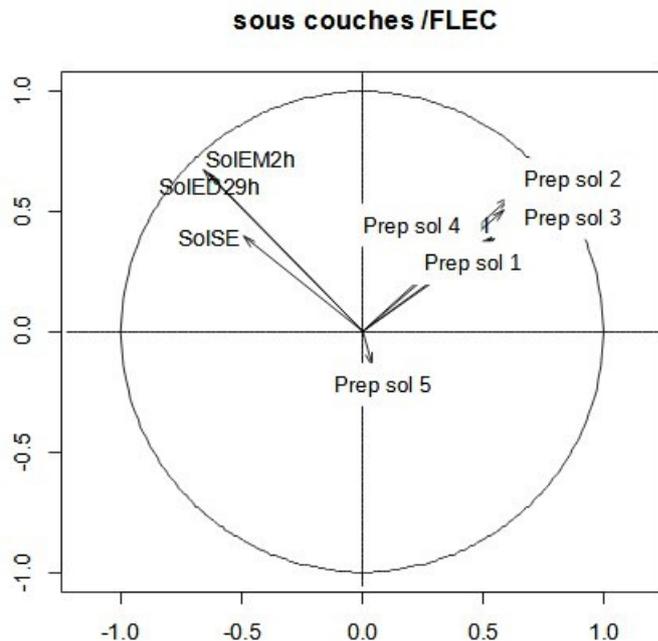


La nature de la surcharge en COV semble **peu** provenir des produits d'entretien (absents des pièges) mais plus d'une activation des matériaux, bien que le nez les perçoivent.



Quelques exploitations de résultats

3- Filtration des émissions des sous-couches par croisement FLEC / TD



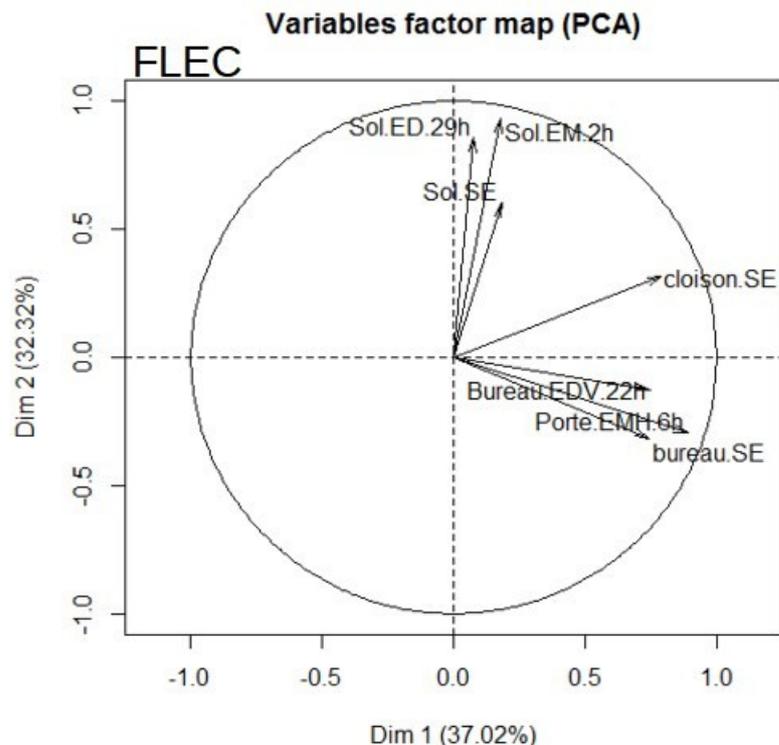
Après 4 ans les émissions des couches inférieures semblent **confinées par le revêtement.**

L'arrachage du revêtement (dans d'autres pièces) montre que le local s'emplit de notes odorantes (et de composés) issues **de la dalle béton, du ragréage, de l'accrocheur et de la colle.**



Quelques exploitations de résultats

4- Effet tampon des plaques de plâtre



La composition des émissions des cloisons in situ semblent une hybridation des émissions des autres matériaux. Ce n'est pas le cas des échantillons de ces matériaux conservés par ailleurs.

Selon son vécu, le BA13 n'émet pas la même chose.

En thermodésorption :

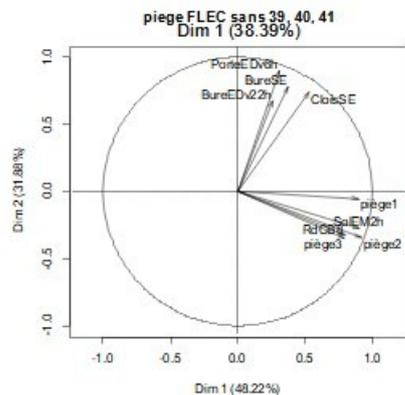
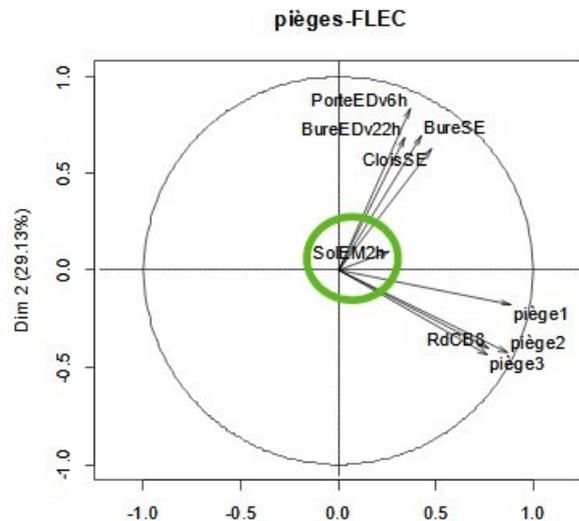
BA13 cloison : 11,922 mg/kg

BA13 autre : 4,722 mg/kg



Quelques exploitations de résultats

5- Une anomalie expliquée par le croisement des résultats FLEC/pièges



L'analyse olfactive laissait supposer la présence de composés plus lourds (chaînes grasses, aromatiques) et nous observons que l'analyse des pièges diffère de celle des émissions surfaciques. La cause semble être l'absence de composés tels que alkyl-benzoate, alkyl-benzène et alcool C10-C11 que nous avons recherchés sur **les corps diffusifs**.

Une étude spécifique (le 2-éthyl-héxyl benzoate et l'undécanol) montrera bien que ces composés (avec d'autres) restent totalement retenus par le polyéthylène poreux du corps diffusif.

En supprimant ces molécules de l'analyse des données, les sols réintègrent parfaitement les émissions d'ambiance



Synthèse

Nous avons pu présenter une partie d'une **démarche assez complète** qui a permis de **répondre pleinement à la question posée** : les causes (matériaux, ventilation, activateurs) dans leurs liens avec les souffrances du personnel et à l'exclusion des autres éventualités ; les mesures correctives qui en découlent.

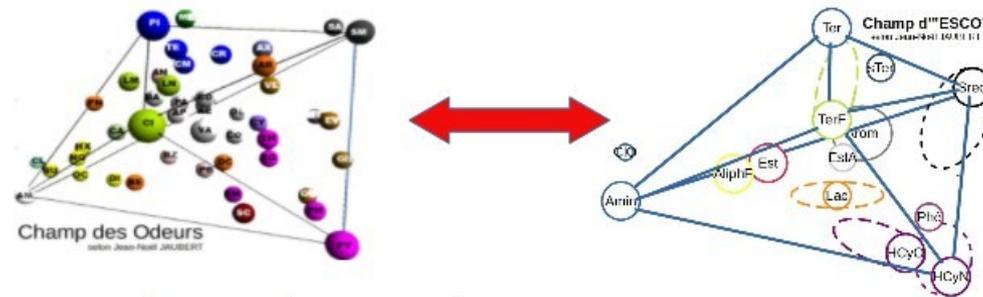
Ce type de problème demande une dense **coopération entre les différents acteurs** du personnel (constamment consulté) au laboratoire d'analyse avec des investigations dans différents domaines de la météorologie à l'historique.

Le **couplage entre les approches** sensorielles (champ des odeurs) avec les approches chimiques (champ d'Éléments de Structure Chimique d'Odorants) permet :

- de faire cohabiter les différentes cultures : de la médecine à la météorologie
- de s'assurer, à chaque étape, que l'on ne s'éloigne pas du problème
- de ne laisser qu'un minimum de trous dans les investigations
- d'approfondir lorsqu'un décalage apparaît entre les deux types de résultats
- de s'assurer de la pertinence des explications des phénomènes

Synthèse

Sans confirmation (délicate) de ces essais, nous ne pensons n'avoir ouvert que des pistes de réflexion pour ceux qui ont à se pencher sur ce type de problème. Le **dialogue** entre les différentes approches **organoleptiques**, **instrumentales** et **médico-sociales** permet de traiter valablement le problème. Le centrage sur le **champ des odeurs** et son double le **champ d'ESCO** offre une interface indispensable à la pertinence des résultats obtenus, soutenus par l'utilisation des méthodes d'**analyse des données**. Il reste que la **multiplication des approches** n'est pas toujours faisable pour des raisons de temps et de coût mais elle a permis d'apprécier les limites et les complémentarités des différentes procédures et d'atteindre les connaissances exigées.



Avec tous mes remerciements à tous les nombreux acteurs.....

Atmos'Fair Paris 23 novembre 2021

